

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/EP05/056092

International filing date: 21 November 2005 (21.11.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 062 018.0

Filing date: 23 December 2004 (23.12.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 05 December 2005 (05.12.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 062 018.0  
**Anmeldetag:** 23. Dezember 2004  
**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
70469 Stuttgart/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine  
**IPC:** F 02 D 41/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 10. November 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Claus Börle".

**Nitschke**

5 15.12.2004 KNA/GGA  
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

10

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer  
15 Brennkraftmaschine, bei dem eine Luftfüllung in einem  
Brennraum unter Berücksichtigung eines Drucks in einem  
Ansaugkanal ermittelt wird. Die Erfindung betrifft ferner  
ein Computerprogramm, ein elektrisches Speichermedium für  
eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung einer  
20 Brennkraftmaschine, sowie eine Steuer- und/oder  
Regeleinrichtung einer Brennkraftmaschine.

Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist vom Markt her  
bekannt. Bei vielen Brennkraftmaschinen wird der Druck in  
einem Ansaugkanal mittels eines Drucksensors gemessen. Über  
einen linearen Zusammenhang wird aus dem gemessenen Druck  
eine Luftfüllung in den Brennräumen der Brennkraftmaschine  
berechnet. Die Kenntnis dieser Luftfüllung ist vor allem  
bei luftgeführten Systemen für die richtige Zumessung des  
30 Kraftstoffs in die Brennräume der Brennkraftmaschine  
wichtig. Eine richtige Zumessung des Kraftstoffs wiederum  
hat Auswirkungen auf den Kraftstoffverbrauch und das  
Emissionsverhalten der Brennkraftmaschine. Allgemein wird  
in diesem Zusammenhang auf die DE 197 56 919 A1 verwiesen.

Bekannt sind ferner Viertakt-Brennkraftmaschinen mit Nockenwellenüberschneidung. Bei derartigen Brennkraftmaschinen können im Bereich des oberen Totpunkts zwischen Ausschiebetakt und Ansaugtakt die Auslassventile 5 und Einlassventile eines Brennraums für einen gewissen Kurbelwellenbereich gleichzeitig geöffnet sein. Hierdurch kann eine interne Abgasrückführung realisiert werden, durch die unter anderem eine Reduzierung der Stickoxidemissionen erreicht werden kann. Es wurde jedoch festgestellt, dass 10 bei derartigen Systemen mit großer Nockenwellenüberschneidung die Ermittlung der Luftfüllung im Brennraum bisher entweder komplex oder ungenau ist.

Die vorliegende Erfindung hat daher die Aufgabe, ein 15 Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass auch bei Systemen mit großer Nockenwellenüberschneidung eine möglichst genaue Bestimmung der Luftfüllung auf der Basis des im Ansaugkanal herrschenden Drucks möglich ist.

20 Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Luftfüllung anhand eines Modells ermittelt wird, welches als Eingangsgrößen eine Drehzahl einer Kurbelwelle und ein Verhältnis des 25 Drucks in dem Ansaugkanal zu einem Umgebungsdruck erhält. Bei einem Computerprogramm, einem elektrischen Speichermedium und einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung einer Brennkraftmaschine wird die gestellte Aufgabe entsprechend gelöst.

30 Vorteile der Erfindung

Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass bei Systemen mit großer Nockenwellenüberschneidung ein nicht linearer Zusammenhang 35 zwischen der in einem Brennraum vorhandenen Luftfüllung und

dem im Ansaugkanal herrschenden Luftdruck besteht. Ferner wurde erkannt, dass dieser nicht lineare Zusammenhang im Wesentlichen eine Funktion des Verhältnisses zwischen dem im Ansaugkanal herrschenden Luftdruck und dem  
5 Umgebungsdruck ist. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird dieses Verhältnis daher zusätzlich für die Ermittlung der im Brennraum vorhandenen Luftpfüllung verwendet. Diese kann daher auch bei Systemen mit großer Nockenwellenüberschneidung mit hoher Präzision bestimmt  
10 werden, was wiederum vor allem dann, wenn die Brennkraftmaschine luftgeführt arbeitet, eine präzise Einstellung eines gewünschten Kraftstoff-Luft-Gemisches im Brennraum gestattet. Letztlich werden durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen sowohl der Kraftstoffverbrauch  
15 als auch das Emissionsverhalten der Brennkraftmaschine verbessert.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass das Modell als  
20 Eingangsgröße zusätzlich eine Temperatur der im Brennraum vorhandenen Luft erhält. Hierdurch werden Fehler aufgrund einer veränderten Lüftdichte verhindert oder zumindest verringert und die Präzision bei der Ermittlung der Luftpfüllung nochmals verbessert.  
25

In Weiterbildung hierzu kann angenommen werden, dass die Temperatur der im Brennraum vorhandenen Luft gleich einer erfassten Temperatur der Luft im Ansaugkanal ist. Hierdurch wird der Rechenaufwand verringert, ohne dass die Präzision  
30 bei der Ermittlung der Luftpfüllung deutlich verschlechtert wird.

Alternativ hierzu kann die Temperatur der im Brennraum vorhandenen Luft auch anhand eines Modells ermittelt  
35 werden, welches als Eingangsgrößen eine erfasste Temperatur

- der Luft im Ansaugkanal und mindestens eine weitere erfassbare Temperatur der Brennkraftmaschine, insbesondere eine Kühlwassertemperatur, eine Abgastemperatur und/oder eine Zylinderkopftemperatur, erhält. Diese
- 5 Verfahrensvariante erhöht die Präzision, ohne dass zusätzliche Sensoren erforderlich sind.

Möglich ist ferner, dass der Umgebungsdruck anhand der Differenz zwischen einem erfassten und einem modellierten Druck in dem Ansaugkanal ermittelt wird. Auf diese Weise kann ein separater Sensor zur Erfassung des Umgebungsdrucks entfallen, was Kosten spart.

Dabei wird die Präzision bei der Ermittlung des Umgebungsdrucks dadurch erhöht, dass die Ermittlung nur durchgeführt wird, wenn die Drosselklappenöffnung oder eine äquivalente Größe einen Grenzwert erreicht und/oder überschreitet. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich der Umgebungsdruck nur sehr langsam ändert, eine kontinuierliche Ermittlung also nicht erforderlich ist. Wenn die Drosselklappe jedoch vergleichsweise weit oder vollständig geöffnet ist, kann der Umgebungsdruck durch eine Integration über die oben genannte Differenz mit vergleichsweise hoher Präzision ermittelt werden.

In Weiterbildung hierzu wiederum kann der modellierte Druck in dem Ansaugkanal anhand eines Modells ermittelt werden, welches als Eingangsgröße eine Differenz zwischen einer in den Ansaugkanal einströmenden Luftmasse und einer aus dem Ansaugkanal in den Brennraum strömenden Luftmasse erhält. Durch diese einfache Mengenbilanz kann der Druck im Ansaugkanal sehr einfach und ebenfalls mit hoher Präzision modelliert werden, so dass auf einen entsprechenden Drucksensor gegebenenfalls verzichtet werden kann.

Dabei kann wiederum die aus dem Ansaugkanal in den Brennraum strömende Luftmasse anhand eines Modells ermittelt werden, welches als Eingangsgröße eine Stellung einer Drosselklappe erhält. Die Stellung der Drosselklappe 5 wird bei üblichen geregelten Drosselklappen ohnehin erfasst, so dass hierdurch keine zusätzlichen Kosten entstehen.

1. Um Fertigungstoleranzen und/oder  
10 Verschleißerscheinungen an der Drosselklappe bei der Ermittlung der in den Brennraum strömenden Luftmasse berücksichtigen zu können, ist es vorteilhaft, wenn das entsprechende Modell zusätzlich eine Korrekturgröße einer Drosselklappenkennlinie erhält, die aus der Differenz 15 zwischen modelliertem und erfasstem Druck im Ansaugkanal ermittelt wird. Auch dies dient zur Steigerung der Präzision bei der Bestimmung der in den Brennraum gelangenden Luftmasse. Dabei wird die Korrekturgröße vorteilhafterweise nur ermittelt, wenn die 20 Drosselklappenöffnung oder eine äquivalente Größe kleiner als ein Grenzwert ist und/oder diesen erreicht.

Mit besonders wenig Speicherplatz, einem Minimum an Sensoraufwand und wenig Rechenzeit können die oben 25 genannten Verfahren dann realisiert werden, wenn mindestens eines der Modelle eine Kennlinie und/oder ein Kennfeld umfasst.

#### Zeichnungen

Nachfolgend wird ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert.  
In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine;

5 Figur 2 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln einer Luftfüllung;

10 Figur 3 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln eines Umgebungsdrucks und eines Offsets einer Drosselklappenkennlinie;

15 Figur 4 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln eines modellierten Drucks in einem Ansaugkanal der Brennkraftmaschine von Figur 1;

20 Figur 5 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Ermitteln einer aus dem Ansaugkanal in den Brennraum strömenden Luftmasse; und

25 Figur 6 ein Flussdiagramm, welches das Zusammenwirken der in den Figuren 2 - 5 gezeigten Verfahren darstellt.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

25 Eine Brennkraftmaschine trägt in Figur 1 insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie umfasst mehrere Zylinder, von denen aus Gründen der Übersichtlichkeit in Figur 1 nur einer mit dem Bezugszeichen 12 gezeigt ist. Der entsprechende Brennraum trägt das Bezugszeichen 14. Kraftstoff wird in den Brennraum 14 direkt mittels eines Kraftstoffinjektors 16 eingespritzt, der an ein Kraftstoffsystem 18 angeschlossen ist. Luft gelangt in den Brennraum 14 über ein Einlassventil 20 und einen Ansaugkanal 22, in dem eine Drosselklappe 24 angeordnet ist. Diese wird von einem

Stellmotor 26 verstellt, ihre aktuelle Stellung wird von einem Drosselklappensensor 28 erfasst. Der im Ansaugkanal 22 herrschende Luftdruck wird von einem Drucksensor 30, die entsprechende Temperatur von einem mit diesem kombinierten  
5 Temperatursensor 32 erfasst. Der Drucksensor 30 sitzt stromabwärts von der Drosselklappe 24 und misst den Druck vor dem Einlassventil 20. Wie weiter unten noch erläutert werden wird, herrscht dann, wenn das Einlassventil 20 schließt, Druckgleichheit zwischen Ansaugkanal 22 und  
10 Brennraum 14. Deswegen kann in diesem Fall mit dem Druck im Ansaugkanal 22 die Luftfüllung im Brennraum 14 ermittelt werden.

Ein im Brennraum 14 vorhandenes Kraftstoff-Luft-Gemisch  
15 wird von einer Zündkerze 34 entflammt, die mit einem Zündsystem 36 verbunden ist. Heiße Verbrennungsabgase werden aus dem Brennraum 14 über ein Auslassventil 38 und ein Abgasrohr 40 abgeleitet.

20 Die in Figur 1 gezeigte Brennkraftmaschine 10 ist in ein nicht dargestelltes Kraftfahrzeug eingebaut. Ein Leistungswunsch des Fahrers des Kraftfahrzeugs wird durch die Stellung des Gaspedals 42 zum Ausdruck gebracht. Die Drehzahl einer Kurbelwelle 44 der Brennkraftmaschine 10  
25 wird von einem Drehzahlsensor 46 abgegriffen. Der Betrieb der Brennkraftmaschine 10 wird von einer Steuer- und Regeleinrichtung 48 gesteuert beziehungsweise geregelt. Diese erhält Eingangssignale von den Sensoren 28, 30, 32, 42 und 46 und steuert unter anderem die Stelleinrichtung  
30 26, den Injektor 16 sowie das Zündsystem 36 an.

Die in Figur 1 gezeigte Brennkraftmaschine 10 wird nach dem 4-Takt-Prinzip betrieben. Dabei ist eine Ventilüberschneidung des Einlassventils 20 und des  
35 Auslassventils 38 möglich. Diese bedeutet, dass im Bereich

des oberen Totpunktes zwischen einem Ausschiebetakt und einem Ansaugtakt gleichzeitig beide Ventile 20 und 38 geöffnet sein können. Hierdurch kann eine interne Abgasrückführung realisiert werden. Für den Betrieb der  
5 Brennkraftmaschine 10 ist es wichtig, möglichst exakt feststellen zu können, welche Luftfüllung sich im Brennraum 14 befindet. Hierzu ist auf einem Speicher der Steuer- und Regeleinrichtung 48 ein Computerprogramm abgelegt, welches zur Steuerung eines Verfahrens dient, das nun unter  
10 Bezugnahme auf die Figuren 2 - 6 näher erläutert wird.

In Figur 2 ist gezeigt, wie man die im Brennraum 14 der Brennkraftmaschine 10 vorhandene Luftfüllung mittels eines Teilverfahrens A erhält: Danach werden in ein Kennfeld 50  
15 die vom Drehzahlsensor 46 bereitgestellte Drehzahl nmot und ein Druckverhältnis fp eingespeist. Das Druckverhältnis fp wird durch Division im Block 52 des vom Drucksensor 30 bereitgestellten Drucks ps im Ansaugkanal 22 durch einen Umgebungsdruck pu erhalten. Die Bereitstellung des  
20 Umgebungsdrucks pu wird weiter unten im Detail erläutert. Das Kennfeld 50 liefert einen Wert rl'. Im Rahmen einer Dichtekorrektur wird dieser in 54 mit einem Faktor fpu multipliziert, der durch Division im Block 56 des  
25 Umgebungsdrucks pu durch den Normdruck von 1.013 hPa gewonnen wird.

Analog hierzu erfolgt in 58 eine Multiplikation mit einem Faktor ftb, der in 60 durch Division einer Temperatur Tbr durch die Standardtemperatur von 273 K gewonnen wird. Bei  
30 der Temperatur Tbr handelt es sich um die Gastemperatur im Brennraum 14 zu einem Zeitpunkt, zu dem das Einlassventil 20 schließt. Im einfachsten Fall wird die Temperatur Tbr einfach der vom Temperatursensor 32 erfassten Temperatur gleichgesetzt. Alternativ kann die Temperatur Tbr aber auch  
35 unter Berücksichtigung einer weiteren erfassten Temperatur,

beispielsweise einer Kühlwassertemperatur, einer Abgastemperatur und/oder einer Zylinderkopftemperatur, erhalten werden.

5 Der in Figur 2 als Eingangsgröße verwendete Umgebungsdruck pu wird vorliegend nicht gemessen, sondern modelliert (vgl. Figur 3, Verfahren B). Aus dieser ist ersichtlich, dass in 162 zunächst die Differenz zwischen dem vom Drucksensor 30 erfassten Druck ps im Ansaugkanal 22 und einem modellierten 10 Druck psmo gebildet wird. Die Bereitstellung des modellierten Drucks psmo wird weiter unten näher erläutert werden. Die sich in 162 ergebende Druckdifferenz dp kann über einen ersten Schwellwertschalter 64 einem ersten Integrator 66 zugeführt werden, durch den der 15 Umgebungsdruck pu gelernt wird. Die Druckdifferenz dp kann über einen zweiten Schwellwertschalter 68 einem zweiten Integrator 70 zugeführt werden, durch den ein Offset ofmsndk gelernt werden kann. Die Stellungen der beiden 20 Schwellwertschalter 64 und 68 hängen von einem Luftmassenstrom msdk ab, der über die Drosselklappe 24 hinwegströmt und der wiederum von der Stellung der Drosselklappe 24 abhängt. Ist der Wert msdk kleiner als oder gleich wie eine Grenze beziehungsweise ein Schwellwert 25 S, wird die Druckdifferenz dp dem zweiten Integrator 70 zugeführt, ist der Wert msdk dagegen größer als der Schwellwert S, wird die Druckdifferenz dp dem ersten Integrator 66 zugeführt.

In Figur 4 ist gezeigt, wie man den für die Druckdifferenz 30 dp in Figur 3 benötigten modellierten Druck psmo im Ansaugkanal 22 erhält (Verfahren C): In 72 wird die Differenz aus einer in den Ansaugkanal 22 einströmenden Luftmasse rldkroh und einer aus dem Ansaugkanal 22 in den Brennraum 14 einströmenden Luftmasse rldk gebildet. Die 35 Bestimmung der Luftmasse rldkroh wird weiter unten näher

erläutert werden. Der Wert rldk wird anhand des bereits oben in Zusammenhang mit Figur 2 erläuterten Verfahrens gewonnen, wobei dort der Divisor 52 anstelle des erfassten Drucks ps mit dem in einem zeitlich vorher liegenden

- 5 Schritt modellierten Druck psmo adressiert wird. Die in 72 erhaltene Differenz drl wird in 74 mit einem Hubvolumen  $v_h$  des Zylinders 12 und einer Normdichte  $\rho_0$  multipliziert. Hierdurch erhält man aus dem relativen Wert drl eine absolute Masse, die in 76 aufsummiert wird. Das Ergebnis  
10 wird in 78 mit der Gaskonstanten R und der bereits oben genannten Temperatur Tbr multipliziert und durch ein Volumen  $V_s$  des Ansaugkanals 22 dividiert. Das Ergebnis ist ein modellierter Druck psmo im Ansaugkanal 22.
- 15 Nun wird erläutert, wie der in Figur 4 zur Adressierung des Differenzbildners 72 benötigte Wert rldkroh erhalten wird (vergleiche Figur 5, Verfahren D). Ein Kennfeld 80 wird zum einen mit einem Winkel wdkba adressiert, der durch den Drosselklappensensor 28 erfasst wird. Zum anderen wird  
20 dieses Kennfeld 80 mit einem Faktor rpmo adressiert, der in einem Divisor 82 gewonnen wird, der wiederum mit dem modellierten Druck psmo im Ansaugkanal 22 und dem Umgebungsdruck pu adressiert ist. Die  
25 Drosselklappenstellung wdkba ist ein Maß für den Öffnungsquerschnitt, und das Druckverhältnis rpmo ist ein Maß für die Strömungsgeschwindigkeit.

Der Ausgang des Kennfelds 80 wird in 84 mit dem Offset ofmsndk für die Stellung der Drosselklappe 24 verknüpft,  
30 der gemäß dem bereits in Zusammenhang mit Figur 3 erläuterten Verfahren B bestimmt wurde. Die hierdurch erhaltene Ausgangsgröße gilt jedoch nur für die Normdichte der Luft. Den Zufluss rlrohdk bei der aktuellen Luftpumpe erhält man durch die Multiplikationen in 86 und 88 mit dem  
35 bereits aus Figur 2 bekannten Faktor fpu und einem Faktor

ftu. Letzteren erhält man aus der Wurzel des Quotienten aus der Normtemperatur von 273 K und einer Temperatur  $T_{vdk}$ . Bei letzterer wiederum handelt es sich um die Temperatur stromaufwärts von der Drosselklappe 24, die vereinfachend mit der vom Temperatursensor 32 erfassten Temperatur gleichgesetzt werden kann.

Die Verknüpfung der in Zusammenhang mit den Figuren 2 - 5 erläuterten Einzelverfahren A - D ist nochmals insgesamt aus Figur 6 ersichtlich. Man sieht, dass man die im Brennraum 14 vorhandene Luftfüllung  $r_l$  letztlich nur mit den Eingangsgrößen  $n_{mot}$  (Drehzahlsensor 46),  $p_s$  (Drucksensor 30),  $w_{dkba}$  (Drosselklappensensor 28) und  $T_{vdk}$  (Temperatursensor 32) erhält. Dabei wird vor allem durch die Berücksichtigung des Verhältnisses zwischen dem im Ansaugkanal 22 herrschenden Druck  $p_s$  und dem Umgebungsdruck  $p_u$  im Verfahrensblock A auch bei Systemen mit großer Nockenwellen- beziehungsweise Ventilüberschneidung eine zuverlässige Ermittlung der Luftfüllung  $r_l$  ermöglicht.

Die physikalische Grundlage hierfür ist, dass bei einer Ventilüberschneidung Abgas aus dem Abgasrohr 40 durch den Brennraum 14 hindurch in den Ansaugkanal 22 zurückfließt. Diese Rückflussgeschwindigkeit ist abhängig vom Verhältnis zwischen Druck im Ansaugkanal 22 und Druck im Abgasrohr 40, und von der Ventilüberschneidungszeit. Dies wird durch das Kennfeld 50 im Verfahrensblock A berücksichtigt. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass der Druck im Abgasrohr 40 durch den Umgebungsdruck angenähert werden kann. Die Ventilüberschneidungszeit wiederum ist abhängig von der Drehzahl  $n_{mot}$  und dem Druck  $p_s$ .

5 15.12.2004 KNA/GGA  
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (10), bei dem eine Luftfüllung (rl) in einem Brennraum (14) unter Berücksichtigung eines Drucks (ps) in einem Ansaugkanal (22) ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftfüllung (rl) anhand eines Modells (A) ermittelt wird, welches als Eingangsgrößen eine Drehzahl (nmot) einer Kurbelwelle (44) und ein Verhältnis des Drucks (ps) in dem Ansaugkanal (22) zu einem Umgebungsdruck (pu) erhält.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Modell (A) als Eingangsgröße zusätzlich eine Temperatur (Tbr) der im Brennraum (14) vorhandenen Luft erhält.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass angenommen wird, dass die Temperatur (Tbr) der im Brennraum (14) vorhandenen Luft gleich einer erfassten Temperatur der Luft im Ansaugkanal (22) ist.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur der im Brennraum vorhandenen Luft anhand eines Modells ermittelt wird, welches als Eingangsgrößen eine erfasste Temperatur der Luft im Ansaugkanal und mindestens eine weitere erfasste Temperatur der Brennkraftmaschine, insbesondere eine

Kühlwassertemperatur, eine Abgastemperatur, und/oder eine Zylinderkopftemperatur, erhält.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umgebungsdruck (pu) anhand eines Modells (B) ermittelt wird, welches als Eingangsgrößen eine Differenz (dp) zwischen einem erfassten (ps) und einem modellierten Druck (psmod) in dem Ansaugkanal (22) erhält.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Umgebungsdruck (pu) nur ermittelt wird, wenn die Drosselklappenöffnung oder eine äquivalente Größe (msdk) einen Grenzwert (S) erreicht und/oder überschreitet.
- 15 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der modellierte Druck (psmod) in dem Ansaugkanal (22) anhand eines Modells (C) ermittelt wird, welches als Eingangsgröße eine Differenz (drl) zwischen einer in den Ansaugkanal (22) einströmenden Luftmasse (rldk) und einer aus dem Ansaugkanal (22) in den Brennraum (14) strömenden Luftmasse (rldkroh) erhält.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die aus dem Ansaugkanal (22) in den Brennraum (14) strömende Luftmasse (rldkroh) anhand eines Modells (D) ermittelt wird, welches als Eingangsgröße eine Stellung (wdkba) einer Drosselklappe (24) erhält.
- 25 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Modell (D) zusätzlich eine Korrekturgröße (ofmsndk) einer Drosselklappenkennlinie erhält, die aus der Differenz (dp) zwischen modelliertem (psmod) und erfasstem Druck (ps) im Ansaugkanal (22) ermittelt wird.
- 30 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturgröße (ofmsndk) nur ermittelt wird, wenn

die Drosselklappenöffnung oder eine äquivalente Größe (msdk) kleiner als ein Grenzwert (S) ist und/oder diesen erreicht.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
5 dass mindestens ein Modell (A, D) eine Kennlinie und/oder ein Kennfeld (50, 80) umfasst.  
|  
12. Computerprogramm, dadurch gekennzeichnet, dass es zur Anwendung in einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche programmiert ist.  
|  
13. Elektrisches Speichermedium für eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung (48) einer Brennkraftmaschine (10), dadurch gekennzeichnet, dass auf ihm ein Computerprogramm zur Anwendung in einem Verfahren der Ansprüche 1 bis 11 abgespeichert ist.  
15 14. Steuer- und/oder Regeleinrichtung (48) für eine Brennkraftmaschine (10), dadurch gekennzeichnet, dass sie zur Anwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 programmiert ist.  
|  
|

5 15.12.2004 KNA/GGA  
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

10

Zusammenfassung

15 Im Betrieb einer Brennkraftmaschine wird eine Luftfüllung (rl) in einem Brennraum unter Berücksichtigung eines Drucks (ps) in einem Ansaugkanal ermittelt. Es wird vorgeschlagen, dass die Luftfüllung (rl) anhand eines Modells (A) ermittelt wird, welches als Eingangsgrößen eine Drehzahl (nmot) einer Kurbelwelle und ein Verhältnis des Drucks (ps) in dem Ansaugkanal (22) zu einem Umgebungsdruck (pu) erhält. (Figur 2)

1 / 6

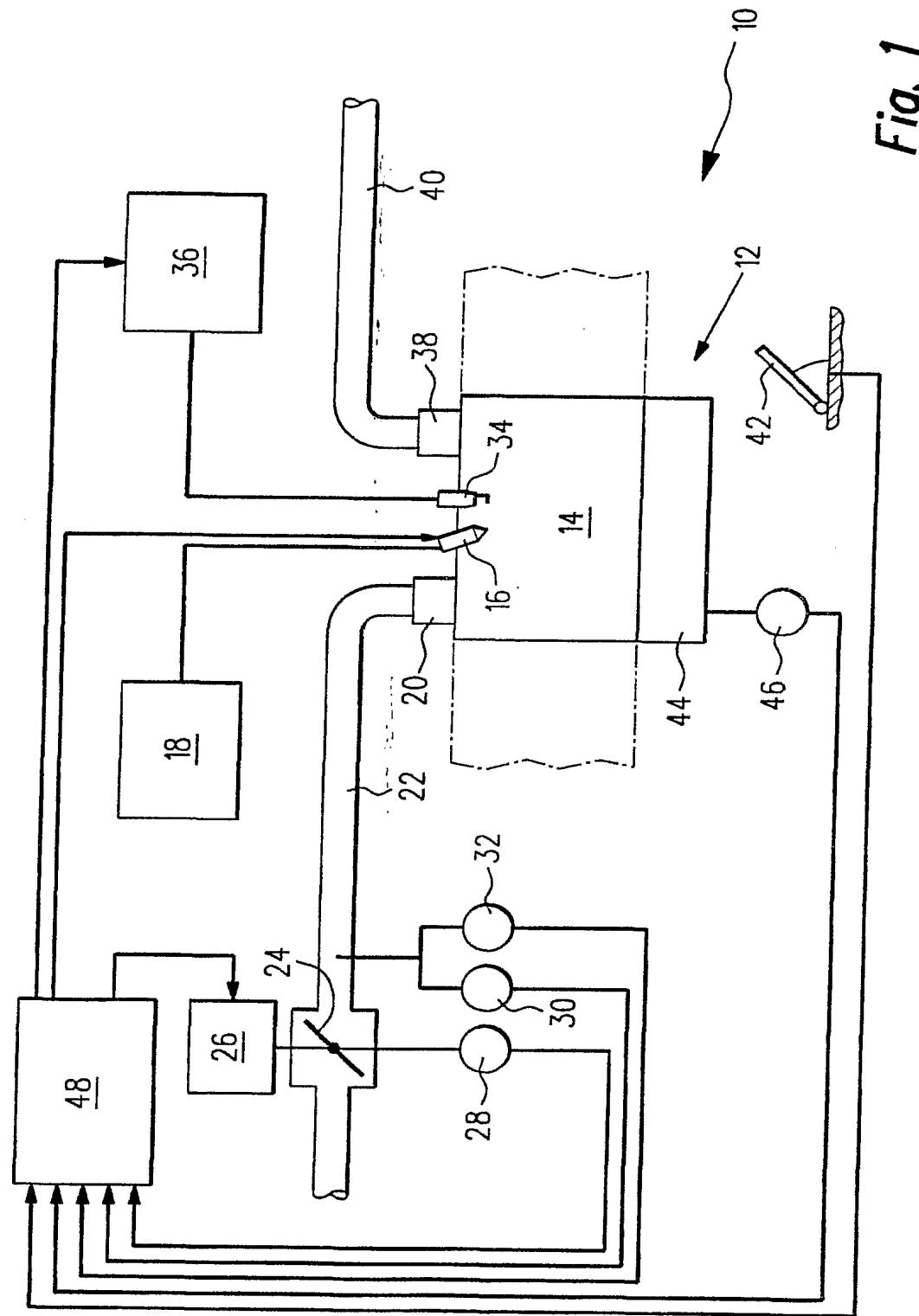
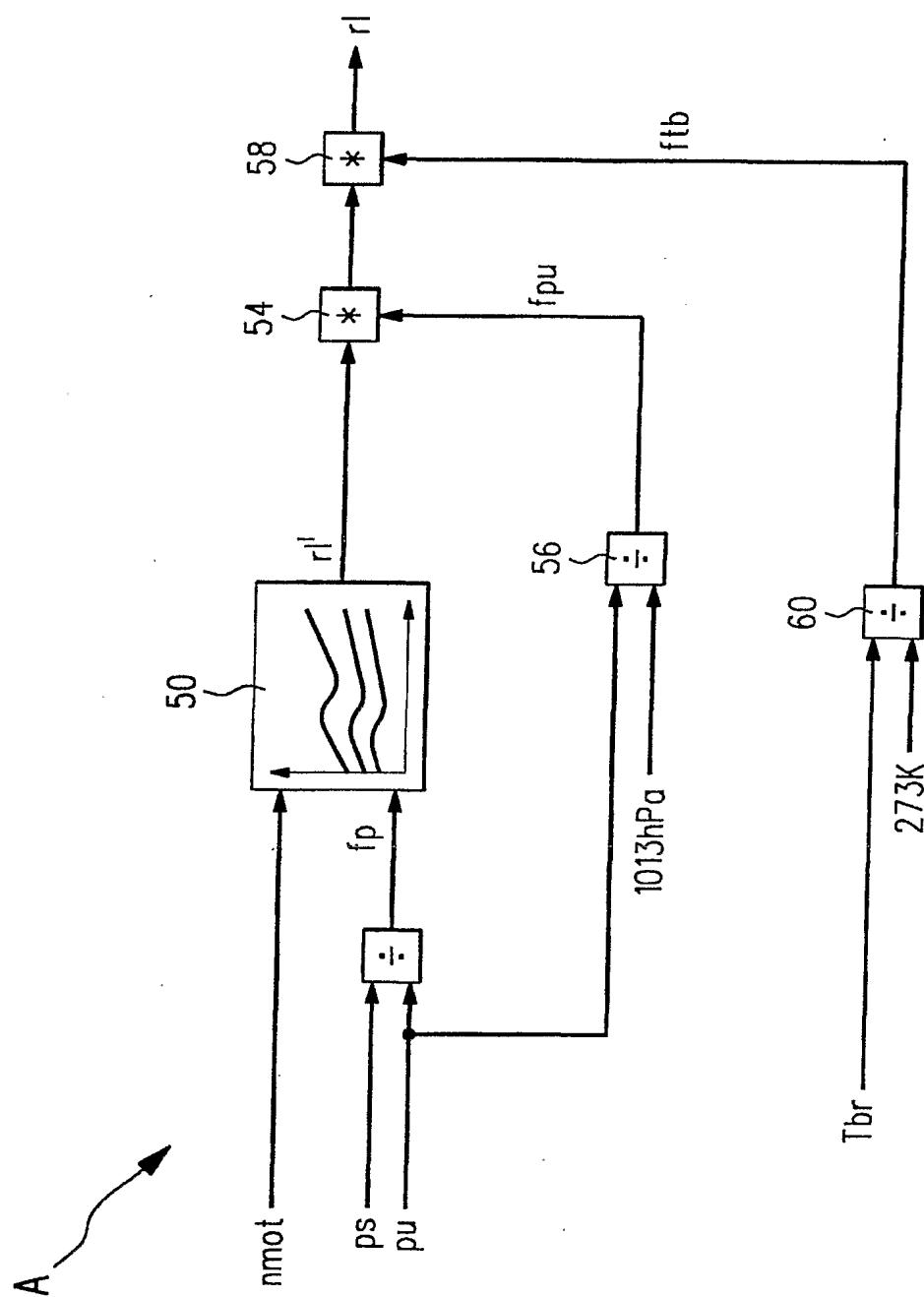


Fig. 1

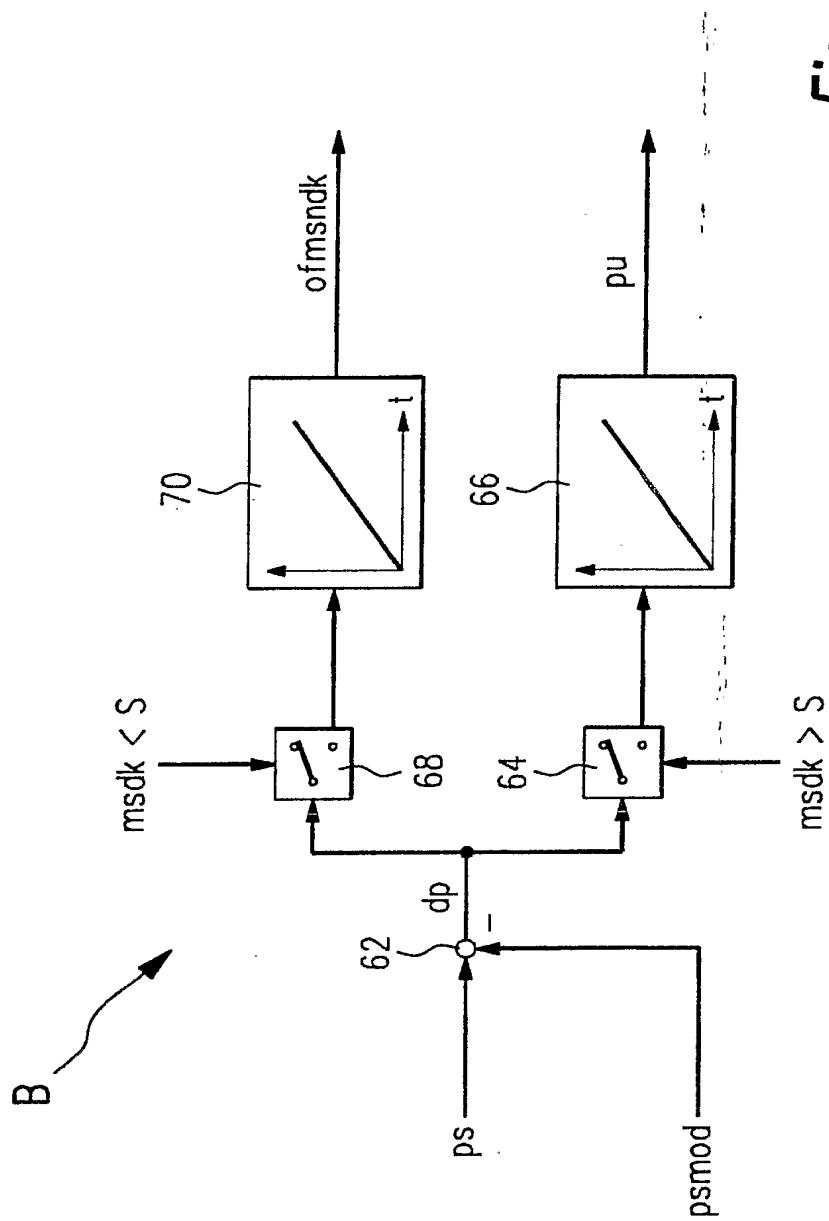
2 / 6

Fig. 2



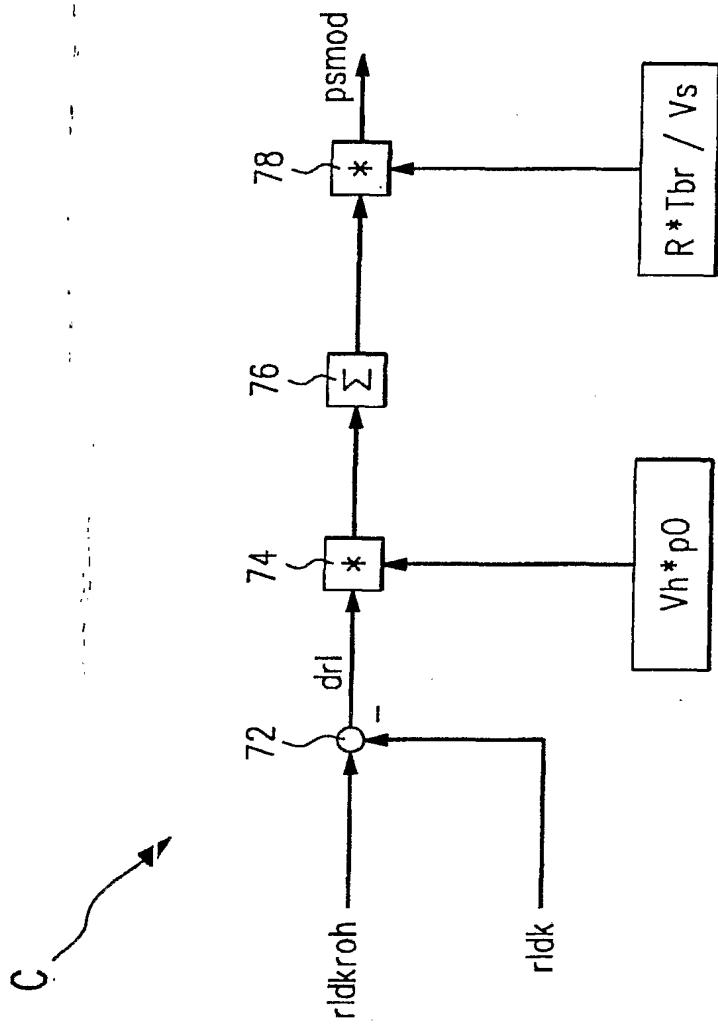
3 / 6

Fig. 3



4 / 6

Fig. 4



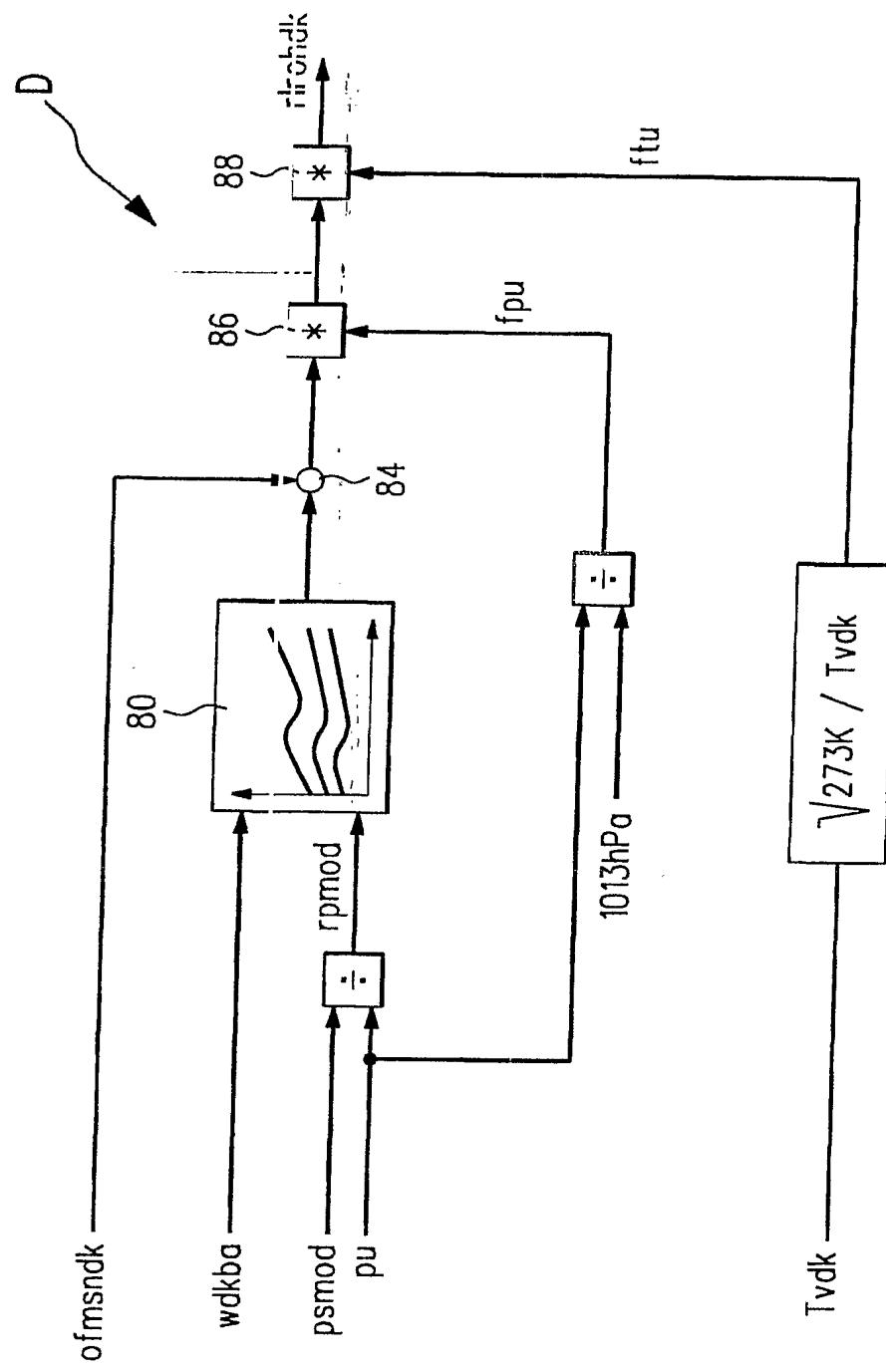


Fig. 5

6 / 6

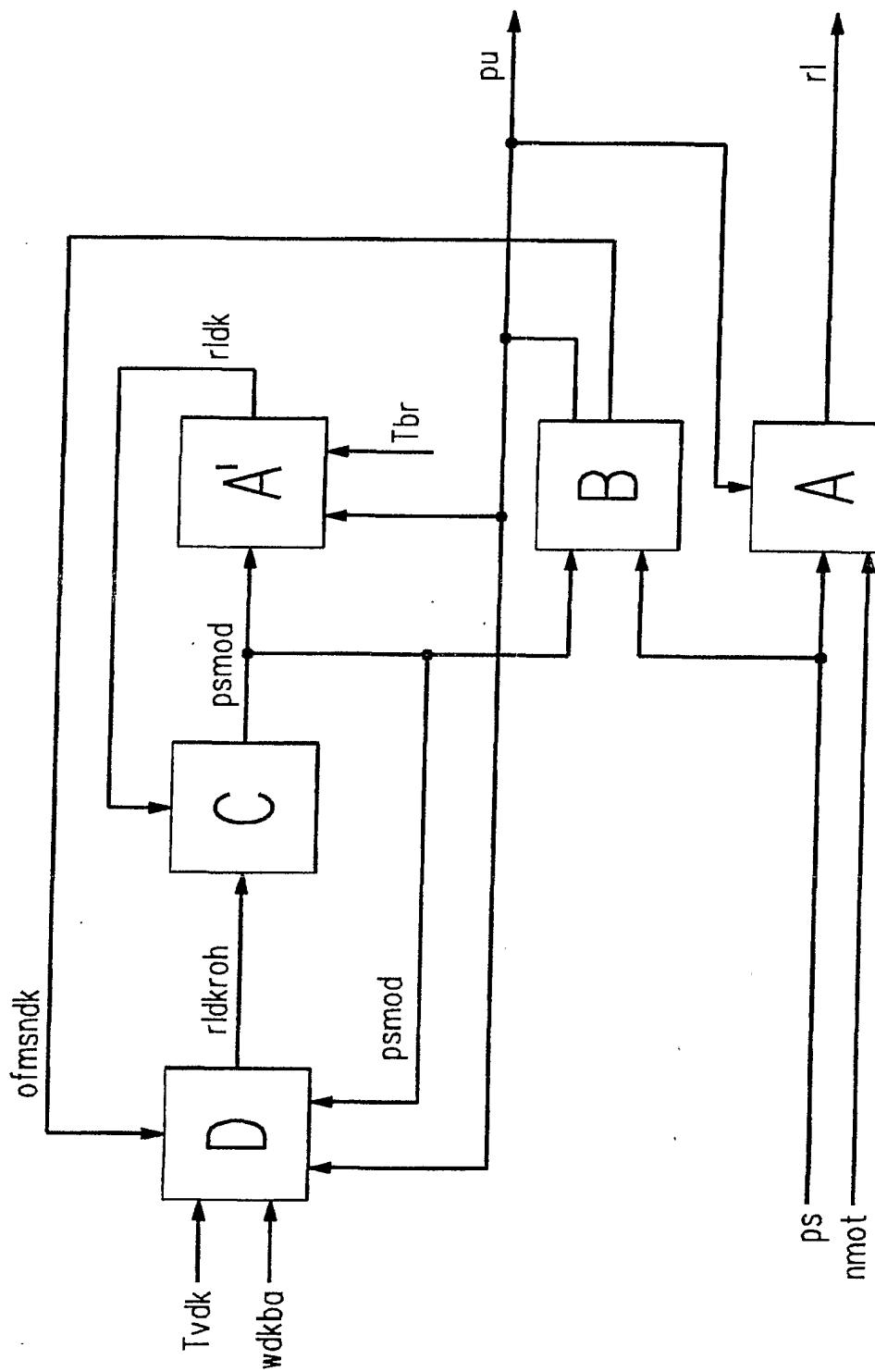


Fig. 6